

21971

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

Off nl ungsschrift
DE 199 56 225 A 1

51 Int. Cl. 7:
H 01 M 8/04

21 Aktenzeichen: 199 56 225.3
22 Anmeldetag: 23. 11. 1999
43 Offenlegungstag: 25. 5. 2000

1c872 U.S. PTO
09/921447
08/02/01

DE 199 56 225 A 1

30 Unionspriorität:
1955/98 23. 11. 1998 AT

71 Anmelder:
Joh. Vaillant GmbH u. Co., 42859 Remscheid, DE

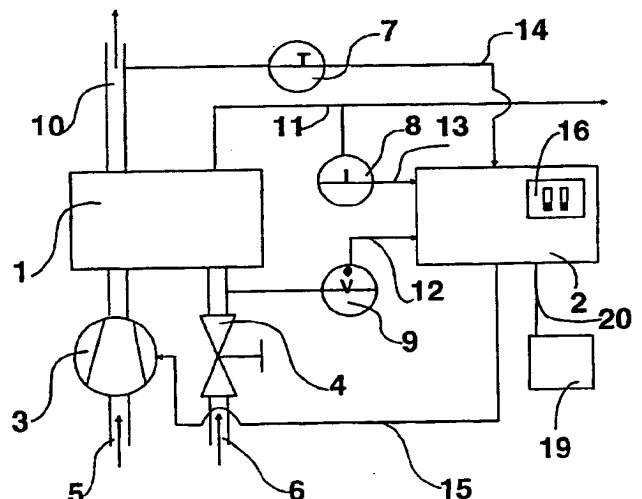
74 Vertreter:
Heim, J., Dipl.-Ing., 42857 Remscheid

72 Erfinder:
Berg, Joachim, 42859 Remscheid, DE; Bielski,
Martin, 44225 Dortmund, DE; Hocker, Thomas, Dr.,
42853 Remscheid, DE; Kehl, Reinhold, 42929
Wermelskirchen, DE; Paulus, Jochen, 42655
Solingen, DE; Ro, Seonhi, Dr., 42897 Remscheid,
DE; Schürholz, Joachim, 42855 Remscheid, DE;
Wagner, Kerstin, 42929 Wermelskirchen, DE

Vef. Syst (1)

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54 Brennstoffzellenanordnung
- 57 Brennstoffzellenanordnung mit einer elektrischen Aus-
leitung (11) und einer Abgasleitung (10), sowie zugehö-
rigen Hilfsaggregaten, wie Reformier, einem in einer Luftlei-
tung (5) angeordneten regelbaren Gebläse (3) und einem
in einer Gasleitung (6) angeordneten Gasventil (4) und ei-
ner zur Konstanthaltung der Reaktionstemperatur vorge-
sehenen Regelung (2), die mit dem Gebläse (3) über eine
Steuerleitung (15) verbunden ist. Um eine einfache Rege-
lung zu ermöglichen, ist vorgesehen, daß die Regelung
(2) mit einem in der Gasleitung (6) angeordneten Volu-
menstrommesser (9), einem in der elektrischen Auslei-
tung (11) angeordneten Leistungsmesser und einem in
der Abgasleitung (19) angeordneten Temperatursensor
(7) über Signalleitungen (12, 14) verbunden ist, sowie mit
einem Kennlinienfeldspeicher (19) in Verbindung steht, in
dem experimentell ermittelte mögliche Betriebszustände
mit den zugehörigen Luftmengen abgelegt sind, und über
eine Steuerleitung (15) mit dem regelbaren Gebläse (3)
verbunden ist.



DE 199 56 225 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Brennstoffzellenanordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Bei einem reinen Verbrennungsprozeß wird die adiabate Verbrennungstemperatur ideal nur vom Brenngas und dem Luftüberschuß bestimmt. Real stellt sich eine Verbrennungstemperatur ein, die auch von der Wärmeabstrahlung aus der Verbrennungszone und den Wärmeverlusten, die beide belastungsabhängig sind, bestimmt wird. Die Verbrennungstemperatur eines Verbrennungssystems ist somit eine Funktion des Brenngases, des Luftüberschusses und der Belastung.

Bei Brennstoffzellenanordnungen der eingangs erwähnten Art geht die im Brennstoff gebundene chemische Energie in elektrische Energie und thermische Energie über. Neben den bei einem Verbrennungssystem auftretenden oben erwähnten Parametern Brenngas, Luftüberschuß und Belastung wird die Reaktionstemperatur auch vom Anteil der elektrischen Energie an der Energiefreisetzung nach folgender Beziehung bestimmt.

$$T = f(B, H_u, I, \lambda).$$

Dabei bedeuten T die Reaktions-Temperatur, B die Belastung, H_u den Heizwert des Brenngases, I den Strom und λ den Luftüberschuß.

Anmerkung

Diese Beziehung stellt keine exakte Formel dar, sondern zeigt lediglich, daß die Temperatur eine Funktion der angegebenen Parameter ist.

Bei vielen Brennstoffzellen, insbesondere SOFC-Zellen, soll die Reaktionstemperatur konstant gehalten werden, um thermische Spannungen im Brennstoffzellenstapel zu vermeiden. Dies hat gemäß der oben genannten Zusammenhänge zur Folge, daß mit Hilfe des Luftüberschusses die Reaktionstemperatur konstant gehalten wird. Wird beispielsweise die Stromerzeugung erhöht, so würde normalerweise die Reaktionstemperatur sinken. Daher wird der Luftüberschuß vermindert, wodurch die Temperatur wieder steigt. Wird andererseits die Stromerzeugung vermindert und bzw. oder die Belastung erhöht, so würde ohne Ausgleichsmaßnahmen die Reaktionstemperatur ansteigen. Daher wird in einem solchen Fall der Luftüberschuß erhöht, wodurch die Reaktions-Temperatur konstant gehalten werden kann.

Dies zeigt deutlich, daß bei einer Brennstoffzellenanordnung eine Gas-Luft-Verbund-Steuerung, wie sie bei konventionellen Heizungsanlagen üblich ist, nicht angewandt werden kann. Brennstoffzellen benötigen daher meist sehr zahlreiche Sensoren und Regler, welche die Verbrennungsparameter überwachen und entsprechend steuern. Dies erfordert jedoch einen sehr erheblichen konstruktiven Aufwand.

Ziel der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und eine Brennstoffzellenanordnung der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, die sich auf einfache Weise im Sinne einer Konstanthaltung der Reaktionstemperatur steuern läßt und nur einen geringen konstruktiven Aufwand erfordert.

Erfindungsgemäß wird dies bei einer Brennstoffzellenanordnung der eingangs erwähnten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 erreicht.

Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen ist sichergestellt, daß die Regelung mittels des Volumenstromsensors zur Erfassung des Gasstromes, des elektrischen Leistungsmessers und des Abgas-Temperatursensors den momentanen Betriebszustand der Brennstoffzellenanordnung erfaßt und aufgrund der abgelegten Kennlinienfelder das regelbare Ge-

bläse steuert und so den Luftüberschuß im Sinne einer Konstanthaltung der Reaktionstemperatur steuert.

Durch die Merkmale des Anspruches 2 ergibt sich der Vorteil einer sehr einfachen konstruktiven Lösung. Der vom Strommesser gemessene Strom ist – wie auch die Spannung – eine stetige monotone Funktion der in der Brennstoffzelle produzierten elektrischen Leistung. Bei konstantem Druck in der Brennstoffzelle, der vorausgesetzt werden kann, ist jedem Stromwert ein bestimmter Spannungswert zugeordnet, wodurch allein aus dem Stromwert die elektrische Leistung ermittelt werden kann.

Durch die Merkmale des Anspruches 3 kann auf einfache Weise der Regelung der Heizwert des verwendeten Brenngases eingegeben werden.

Durch die Merkmale des Anspruches 4 wird es ermöglicht, mit geringem konstruktiven Aufwand den Heizwert des verwendeten Brenngases mittels der Kennlinienfelder einfach zu ermitteln.

Durch die Merkmale des Anspruches 5 kann der Heizwert des Brenngases sehr einfach ermittelt und der Regelung übermittelt werden.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 bis 3 drei verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellenanordnung und

Fig. 4 eine Kennlinie, die den Zusammenhang zwischen Strom und Spannung einer Brennstoffzelle zeigt.

Gleiche Bezugszeichen bedeuten in allen Figuren gleiche Einzelteile.

Bei der Ausführungsform nach der Fig. 1 ist ein Brennstoffzellenstapel 1 vorgesehen, der über eine Luftleitung 5, in der ein regelbares Gebläse 3 angeordnet ist und über eine Gasleitung 6, in der ein Gasventil 4 angeordnet ist, mit Luft und Gas versorgbar ist. Dabei ist in der Gasleitung 6 ein Volumenstrommesser 9 angeordnet, der über eine Signalleitung 12 mit einer Regelung 2 verbunden ist.

Aus dem Brennstoffzellenstapel 1 führt eine Abgasleitung 10 weg, in der ein Temperatursensor 7 angeordnet ist, der über eine Signalleitung 14 mit der Regelung 2 verbunden ist.

Weiter führt aus dem Brennstoffzellenstapel 1 eine elektrische Ausleitung 11 weg, in der ein Strommesser 8 zur Erfassung der elektrischen Leistung angeordnet ist und der über eine Signalleitung 13 mit der Regelung 2 verbunden ist.

Die Regelung 2 weist Einstellschalter 16 auf, die zur groben Einstellung des Heizwertes des Gases dienen.

Die Regelung 2 ist weiter über eine Steuerleitung 15 mit einem Motor des Gebläses 3 verbunden und steuert dieses in seiner Drehzahl. Weiter ist die Regelung über eine Verbindungsleitung 20 mit einem Kennlinienfeldspeicher 19 verbunden, in dem experimentell ermittelte Kennlinienfelder für alle möglichen Betriebszustände und zur Konstanthaltung der Reaktionstemperatur erforderlichen Luftdurchsatzes abgelegt sind.

Die Ausführungsform nach der Fig. 2 unterscheidet sich von jener nach der Fig. 1 dadurch, daß die Regelung 2 mit einem weiteren Kennlinienfeldspeicher 17 über eine Verbindungsleitung 21 verbunden ist. In diesem Kennlinienfeldspeicher 17 sind Kennlinien abgelegt, die experimentell den Zusammenhang zwischen der Abgastemperatur beim Start des Brennstoffzellenstapels 1 vor Beginn der Stromerzeugung und dem Heizwert des verwendeten Brenngases zeigen.

Die Ausführungsform nach der Fig. 3 unterscheidet sich von jener nach der Fig. 1 dadurch, daß in der Gasleitung 6 weiter ein Gassensor 18 zur Erfassung des Heizwertes des verwendeten Brenngases angeordnet ist, der über eine Si-

gnalleitung 22 mit der Regelung 2 verbunden ist.

Beim Betrieb des Brennstoffzellenstapels wird durch den Volumenstrommesser 9, den Strommesser 8, der aufgrund des konstant gehaltenen Druckes in dem Brennstoffzellenstapel 1 und dem bekannten Zusammenhang zwischen Strom und Spannung des Brennstoffzellenstapels 1 ein eindeutiges Maß für die momentane elektrische Leistung ist, und den Temperatursensor 7, der die Abgastemperatur erfaßt, ein eindeutiges Bild für den Betriebszustand des Brennstoffzellenstapels erhalten. Dadurch kann die Regelung 2 den für eine bestimmte Reaktionstemperatur notwendigen Luftüberschuß mittels eines Algorithmus errechnen.

Dieser Algorithmus berücksichtigt dabei die Brennstoffzellenbelastung, die aus dem Brenngasvolumenstrom, der mit dem Volumenstrommesser 9 ermittelt wird, und dem Heizwert und dem erzeugten elektrischen Strom ermittelt wird.

Dies erfolgt nach dem Algorithmus

$$\lambda = f(\text{Belastung, Strom}) \text{ z. B. } \lambda = B^a \times (b \times I_{\max} - I)^c.$$

Dabei werden die Koeffizienten a, b und c experimentell im Labor ermittelt, wobei b < 1 sein muß, und B die Belastung, I den Strom und den Luftüberschuß bedeuten.

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenanordnung mit einer elektrischen Ausleitung (11) und einer Abgasleitung (10), sowie zugehörigen Hilfsaggregaten, wie Reformer, einem in einer Luftleitung (5) angeordneten regelbaren Gebläse (3), einem in einer Gasleitung (6) angeordneten Gasventil (4) und einer zur Konstanthaltung der Reaktionstemperatur vorgesehenen Regelung (2), die mit dem Gebläse (3) über eine Steuerleitung (15) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Regelung (2) mit einem in der Gasleitung (6) angeordneten Volumenstrommesser (9), einem in der elektrischen Ausleitung (11) angeordneten Leistungsmesser und einem in der Abgasleitung (19) angeordneten Temperatursensor (7) über Signalleitungen (12, 14) verbunden ist, sowie mit einem Kennlinienfeldspeicher (19) in Verbindung steht, in dem experimentell ermittelte mögliche Betriebszustände mit den zugehörigen Luftmengen abgelegt sind, und über eine Steuerleitung (15) mit dem regelbaren Gebläse (3) verbunden ist.

2. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Leistungsmesser durch einen Strommesser (8) gebildet ist, wobei der Druck in der Brennstoffzelle (1) konstant gehalten ist.

3. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung (2) Einsteilschalter (16) zur Grobeinstellung des Heizwertes des Brenngases aufweist.

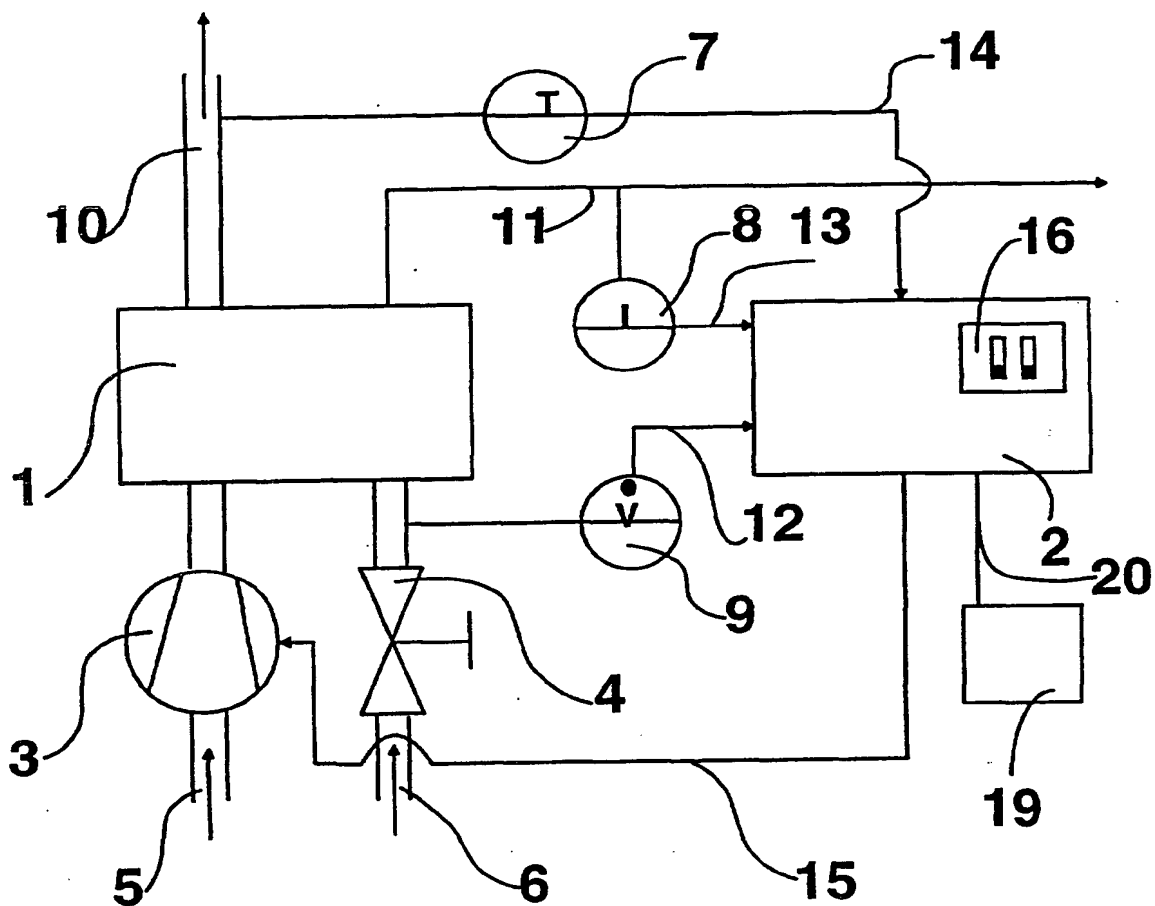
4. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung (2) mit einem weiteren Kennlinienfeldspeicher (17) verbunden ist, in dem experimentell bestimmte, den Heizwert des Brenngases in Abhängigkeit von der Abgastemperatur beim Start der Brennstoffzelle (1) vor dem Beginn der Stromerzeugung darstellende Kennlinien abgelegt sind.

5. Brennstoffzellenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Gasleitung (6) ein Gassensor (9) angeordnet ist, der über eine Signal-

leitung (12) mit der Regelung (2) verbunden ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



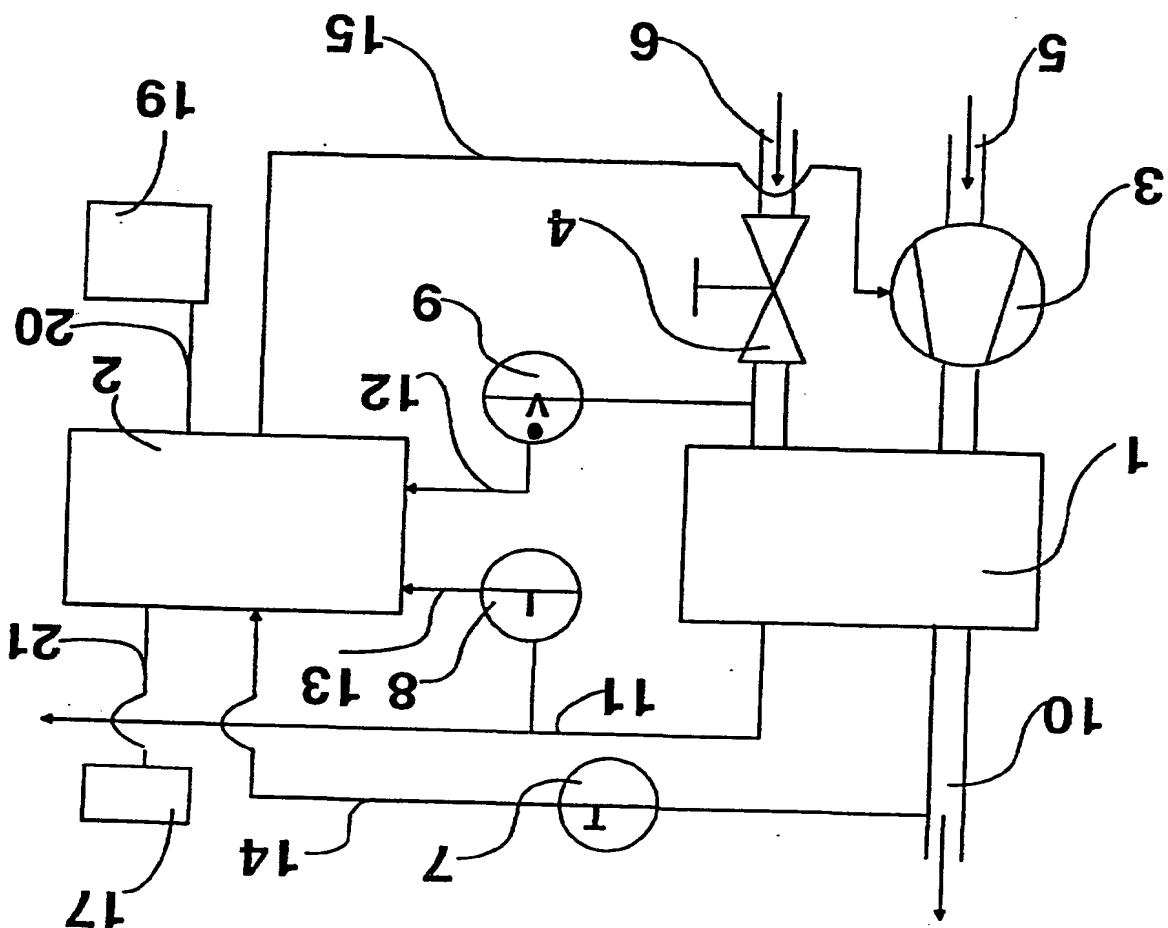


Fig. 2

Fig. 3

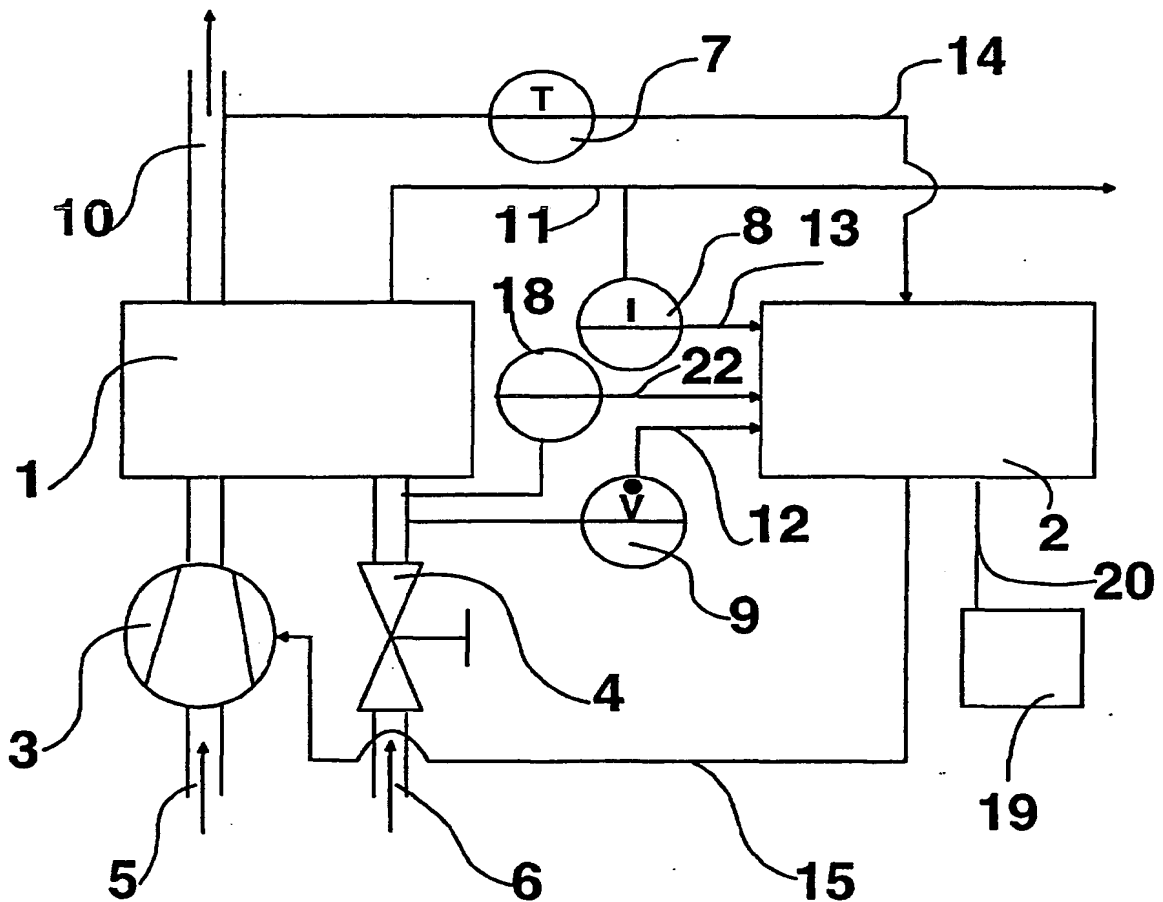


Fig. 4

